

Efecto de la suplementación con heno de *Calliandra calothyrsus* y *Vigna unguiculata* sobre la producción de leche por vacas Holstein x Cebú en Colombia

L. Bernal¹, P. Ávila^{2,3}, G. Ramírez^{2,4}, C. Lascano^{2,5}

Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Zoot.
Est. Maestría Ciencias Agrarias Producción Animal Tropical.
Recibido Diciembre 20, 2007. Aceptado Febrero 15, 2008

Milk production of grazing Holstein x Zebu cows supplemented with *Calliandra calothyrsus* and *Vigna unguiculata* hays in Colombia

ABSTRACT. The effect of supplementing a low-quality *Paspalum notatum* pasture with hays of a tanniniferous and non-tanniniferous legume and mixtures thereof, on milk production and composition was tested at the CIAT Experiment Station, Cauca, Colombia during a dry season. Eight Holstein x Zebu cows were distributed among four treatments in a balanced change-over design with two animals per sequence. The treatments (supplements) were: T1: *Calliandra calothyrsus* 100%, T2: *Vigna unguiculata* 100%, T3: *V. unguiculata*/C. *calothyrsus* 67/33% and T4: C. *calothyrsus*/V. *unguiculata* 67/33%. The 3 ha pasture area consisted of two 1.5 ha paddocks, one for adjustment and the other for data collection, that were each grazed for 7 d during the four 14-d cycles of the 56-d experiment. The hay supplements were offered at milking time. Hay dry matter intake of 3.8 and 3.5 kg/d in T2 and T3 exceeded ($P < 0.05$) that of T4 (2.6 kg), which in turn exceed T1 (1.2 kg). Daily 4% fat-corrected-milk production followed the same pattern with corresponding means of 5.3, 4.7, 4.4, and 3.6 kg. Ureic nitrogen level in milk was higher ($P < 0.05$) for T2 and T3 (6.3 and 4.5 mg/dL) than for T1 and T4 (3.7 and 3.1 mg/dL). Milk total solids, fat and non-fat solids contents did not differ among treatments. It was concluded that tanniniferous legume hay alone depressed milk production, but its inclusion at 67% and especially 33% of the supplement had little effect.

Key words: Bovines, *Calliandra calothyrsus*, Grazing, Milk production, Supplemental hays, *Vigna unguiculata*

RESUMEN. Se estudió la suplementación de un potrero de *Paspalum notatum* de baja calidad con henos de una leguminosa taninífera y otra no taninífera y mezclas de los dos, sobre la producción de leche y su composición química, en la Estación Experimental de CIAT en Cauca, Colombia, durante una época seca. Se repartieron ocho vacas Holstein x Cebú, entre cuatro tratamientos en un diseño de sobrecambio balanceado, con dos animales por secuencia. Los tratamientos (suplementos) fueron T1: *Calliandra calothyrsus* 100%, T2: *Vigna unguiculata* 100%, T3: *V. unguiculata*/C. *calothyrsus* 67/33% y T4: C. *calothyrsus*/V. *unguiculata* 67/33%. El área de pastoreo de 3 ha se dividió en dos predios de 1.5 ha, uno de ellos usado para ajuste y el otro para recolección de datos al pastorear cada predio por 7 d durante los cuatro ciclos de 14 d del experimento de 56 d de duración. Se ofreció el suplemento de heno a la hora de ordeño. El consumo de materia seca de T2 y T3 (3.8 y 3.5 kg/d) superó ($P < 0.05$) al de T4 (2.6 kg), que a

¹Autor para la correspondencia, e-mail: lcbernalb@palmira.unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. Zoot. Est. Maestría Ciencias Agrarias Producción Animal Tropical.

²Programa Leguminosas y Forrajes Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT. Cali Colombia.

³Jefe de Laboratorio de Calidad de Forrajes. CIAT. Email: p.avila@cgiar.org

⁴Estadista. CIAT Email: g.ramirez@cgiar.org

⁵Líder Programa de Leguminosas y Forrajes Tropicales. CIAT. Email: c.lascano@cgiar.org

su vez excedió a T1 (1.2 kg). La producción diaria de leche corregida a 4% de grasa siguió el mismo patrón con medias correspondientes de 5.3, 4.7, 4.4, and 3.6 kg. El nivel de nitrógeno uréico en la leche (mg/dL) fue mayor ($P < 0.05$) para T2 y T3 (6.3 y 4.5) que T1 y T4 (3.7 and 3.1). No difirieron entre tratamientos los contenidos de sólidos totales, grasa y sólidos no grasos en la leche. Se concluye que el suplemento de heno de leguminosa taninífera solo deprimió la producción de leche, pero las mezclas de henos con 67 y sobre todo 33% de la misma, causaron poco efecto.

Palabras clave: Bovinos, *Calliandra calothyrsus*, Heno suplementario, Pastoreo, Producción de leche, *Vigna unguiculata*.

Introducción

Los sistemas de producción animal en el trópico colombiano, específicamente los de ganado bovino, usan como la principal fuente de alimentación las pasturas. Por lo general el pastoreo se hace con gramíneas nativas o introducidas, (Lascano, 1996) las cuales presentan deficiencias en el contenido y calidad de la proteína en la época seca (Minson, 1990; Domínguez y Escobar, 1997). Como consecuencia, los pequeños productores deben enfrentarse a la baja disponibilidad de forraje, cuya calidad nutricional es insuficiente para satisfacer los requerimientos alimenticios (Devendra, 1995) para mantenimiento y producción, reflejado en la baja productividad animal. Algunas gramíneas forrajeras por efectos ambientales y de edad, presentan bajos niveles de degradabilidad ruminal. Esto hace necesario garantizar niveles adecuados de amonio en el rumen, lo cual podría lograrse con la introducción o suplementación de leguminosas (Lascano, 1996; Hess *et al.*, 2003) o la suplementación con follaje de leguminosas arbustivas (Abreu *et al.*, 2003). Si se elimina la deficiencia de nitrógeno en el rumen se puede incrementar la actividad de los microorganismos presentes, resultando en una mejor degradación de los forrajes. También es necesario tener presente el aumento de la emisión de metano (Hess *et al.*, 2003). El metano (CH_4) es un gas que se produce normalmente durante la fermentación microbiana del alimento en el rumen. Este gas representa un problema ambiental porque contribuye al efecto invernadero. Al presente, la

cantidad de metano liberada por kilogramo de proteína animal comestible producido es sumamente alta, pero podría reducirse con recursos forrajeros disponibles localmente, particularmente leguminosas como fuente de proteína, para así mejorar la eficiencia de la conversión alimenticia en sistemas de producción animal tropical con rumiantes. No obstante, algunos autores (Abreu *et al.*, 2003; Monsalve, 2003; Valencia, 2003) han señalado que la mezcla de leguminosas de calidad contrastante, es decir, con y sin presencia de taninos, permitiría: aprovechar el mejoramiento del valor nutricional de la dieta por las leguminosas de buena calidad y a la vez reducir la emisión de metano mediante el uso de leguminosas con alto contenido de taninos condensados como *Calliandra calothyrsus* (Hess *et al.*, 2003). Los taninos, por formar complejos con proteína a pH neutro y liberarla a pH bajo, se pueden usar para reducir la magnitud de la degradación de proteína soluble en el rumen y de esta forma incrementar la cantidad del flujo de nitrógeno no amoniacal hacia el intestino delgado (Lascano y Palacios, 1993).

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de suplementar una gramínea de baja calidad, *Paspalum notatum*, mediante el suministro de heno de mezclas de leguminosas con taninos *Calliandra calothyrsus* y sin taninos *Vigna unguiculata*, sobre la producción de leche y su composición química incluyendo el nitrógeno ureico (NUL) en vacas durante la época de mayor sequía.

Materiales y Métodos

La investigación tuvo lugar en la Estación Experimental Santander de Quilichao del CIAT en el Cauca. Los suelos de esta área se caracterizan por ser ultisoles, muy ácidos (pH 4.2) con buen contenido de materia orgánica

(7%), pero bajo contenido de fósforo (2 ppm), alta saturación del aluminio (80%) y excelentes propiedades físicas.

Las vacas seleccionados para participar estuvieron en el segundo tercio de la lactancia,

con peso vivo (PV) promedio al inicio de 432 kg. La dieta basal fue pastura *Paspalum notatum* y las especies forrajeras seleccionadas como suplemento se evaluaron en diferentes mezclas bajo los siguientes tratamientos:

- Tratamiento 1: *Paspalum notatum* + *Vigna unguiculata* (1 kg MS/100 kg PV)
- Tratamiento 2: *Paspalum notatum* + *Calliandra calothyrsus* (1 kg MS/100 kg PV)
- Tratamiento 3: *Paspalum notatum* + *Vigna unguiculata* (0.67 kg MS/100 kg PV + *Calliandra calothyrsus* (0.33 kg MS/100 kg PV)
- Tratamiento 4: *Paspalum notatum* + *Vigna unguiculata* (0.33 kg MS /100 kg PV + *Calliandra calothyrsus* (0.67 kg MS/100 kg PV)

Se suministró diariamente heno equivalente a 1% del PV en MS, dividiendo la oferta en dos raciones a mañana y tarde en el momento del ordeño. Se adicionó 120 g de melaza y sal mineralizada.

Los animales se ubicaron en un terreno con 3 ha de superficie (1.5 ha/potrero) en un sistema de pastoreo alterno (7/7), es decir 7 d en el potrero de ajuste y 7 d en el potrero de medición para una duración total del ensayo de 56 d, dividido en cuatro períodos de 14 d cada uno. La disponibilidad del forraje y la calidad de la pastura se midieron al inicio de cada período de pastoreo.

Para dicha medición se utilizó el método de muestreo sistemático dirigido tomando nueve muestras por parcela con un marco de 0.5 m² cada 14 d.

Se determinó los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), y ácido (FDA) y la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) de la pastura basal, así como de la oferta y rechazo de los suplementos.

El Día 7 del período de medición se tomó una muestra de leche de cada vaca por ordeño, para determinar los contenidos de grasa por el método de Babcock, sólidos totales (ST) mediante la desecación y por diferencia sólidos no grasos (SNG). Así mismo se tomaron muestras de leche en tres fases del período de medición: Inicio: Día 1, Intermedio: Día 4 y Final: Día 7 para determinar NUL mediante uso del kit comercial Urea Liquicolor (análisis enzimático colorimétrico para urea).

Las vacas se pesaron al inicio y al final del ensayo. Se registró diariamente la producción de leche, la oferta y rechazo de las dietas.

El diseño fue un sobrecambio balanceado ("Balanced Simple Crossover") con dos animales por secuencia, que pasaron por cada uno de los cuatro tratamientos descritos sin repetir tratamiento ni período. Los resultados obtenidos se analizaron en el Programa SAS Versión 9.1 de 2003.

Resultados y Discusión

La disponibilidad de la materia seca total (MST) del *Paspalum notatum* y su calidad al final de cada período experimental se presenta en el Cuadro 1.

Calidad de las dietas

En el Cuadro 2 aparece la composición bromatológica de los suplementos ofrecidos. Hubo diferencia ($P < 0.05$) para DIVMS y FDN, correspondiendo los valores más altos al heno de

Vigna y su mezclas. Los contenidos de PC y FDA no presentaron diferencias entre tratamientos.

La disponibilidad y la calidad del *Paspalum notatum* disminuyó en períodos experimentales sucesivos por la extrema sequía, lo que es consistente con las observaciones de Laredo (1985) y Maldonado y Velásquez (1994) en ensayos de pasturas nativas en Caquetá.

Referente a los suplementos, el heno de *Calliandra* presentó la más baja DIVMS, coincidiendo

Cuadro 1. Disponibilidad de forraje y composición bromatológica de la pastura basal

Periodo	MST (kg/ha)	DIVMS(%)	FDN (%)	FDA (%)	PC (%)
1	586.3	59.0	72.2	33.6	7.3
2	358.3	57.2	73.3	33.9	7.1
3	204.6	58.4	74.2	33.5	6.6
4	115.4	58.0	73.5	32.8	6.4

Cuadro 2. Composición bromatológica de los suplementos

Tratamiento	DIVMS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)
Heno <i>Vigna unguiculata</i> 100%	70.6 ^a	15.1	62.6 ^a	32
Heno <i>Calliandra calothyrsus</i> 100%	21.7 ^a	15.5	37.6 ^d	32.6
Heno de <i>Vigna unguiculata</i> / <i>Calliandra calothyrsus</i> 67/33%	59.9 ^b	15.3	55.8 ^b	32.6
Heno de <i>Calliandra calothyrsus</i> / <i>Vigna unguiculata</i> 67/33%	44.2 ^c	15.4	46.9 ^c	33.6

Medias en la misma columna con letras diferentes se diferencian ($P < 0.05$)

con el estudio de Paterson *et al.* (1997). Esto se debe al complejo tanino proteína que se forma, que es indisponible a la degradación bacteriana y a la extracción por soluciones y/o solventes en la técnica de Tilley y Terry (1963) tal y como lo reporta Makkar *et al.* (1995).

Consumo

El mayor consumo de MS correspondió al heno de *Vigna* y su mezcla en mayor proporción. Con los niveles más altos de *Calliandra* en el suplemento el consumo se redujo (Cuadro 3). El consumo más bajo fue el de *Calliandra*, resultando alrededor del 29% del ofrecimiento.

Los bajos consumos de MS de *Calliandra*, se deben a su alto contenido de taninos, que afecta la aceptación animal, la digestibilidad de la proteína y los carbohidratos (González, 1998).

El consumo de 1.2 kg MS de *Calliandra* fue similar al reportado por Paterson *et al.* (1997) en Embú, Kenia de 1 kg MS, aunque el rendimiento productivo fue diferente en los dos casos.

Producción de leche y Nitrógeno Ureico en Leche

Estos resultados aparecen en el Cuadro 4. La mayor producción de leche se obtuvo con la suplementación de sólo *Vigna* y la menor se observó al suplementar con sólo *Calliandra*. Por otra parte, no se observaron diferencias en producción de leche cuando se mezcló *Vigna* con el nivel bajo y alto de *Calliandra*.

El NUL difirió ($P < 0.05$) entre tratamientos, siendo más alto con la suplementación de *Vigna*. No hubo diferencia entre las mezclas. La composición de la leche no presentó diferencias ($P < 0.05$) entre tratamientos en grasa, sólidos totales y sólidos no grasos.

De acuerdo con Ávila y Lascano (2001) y Hammond (1992) el NUL < 10 mg/dL indica un desbalance en la relación energía:proteína. Los valores de NUL encontrados en este ensayo no coinciden con lo reportado por Ávila y Lascano (2001), quienes obtuvieron valores por encima de 7 mg/dL con el mismo grupo racial Holstein x Cebú, en el mismo lugar pero con otras forrajeras.

Al establecer una comparación entre los suplementos y tomar como control negativo la *Calliandra* solo, se observa que las vacas consumieron 52%, 46% y sólo 9.8% más de *Vigna* solo, mezcla *Vigna* 67% y mezcla *Calliandra* al 67%, respectivamente.

Hollmann y Tiemann (2007) en Nicaragua realizaron un análisis económico con la utilización de *Vigna unguiculata* y la mezcla de *C. calothyrsus*/*V. unguiculata* 67/33%, teniendo como base la pastura *Hyparrhemia ruffa*, que genera 2.3 kg leche/d (algo similar al *Paspalum notatum*, según los reportes verbales de los productores de Santander de Quilichao), mientras *H. ruffa* suplementada con la mezcla de *Calliandra*/*Vigna*

Cuadro 3. Consumo de henos de leguminosas con y sin taninos suplementados a vacas lecheras en pastoreo

Tratamiento	Oferta kg MS/d	Consumo Kg MS/d	Consumo % de oferta
Heno <i>Calliandra calothyrsus</i> 100%	4.2	1.2 ^c	28.9
Heno <i>Vigna unguiculata</i> 100%	4.2	3.8 ^a	87.3
Heno de <i>V. unguiculata</i> / <i>C. calothyrsus</i> 67/33%	4.4	3.5 ^a	81.2
Heno de <i>C. calothyrsus</i> / <i>V. unguiculata</i> 67/33%	4.3	2.6 ^b	59.4

*Letras diferentes indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

Cuadro 4. Producción promedio de leche corregida por grasa (LCG) y nivel de nitrógeno ureico en leche (NUL) como respuesta a la suplementación con henos

Tratamientos	Producción de leche LCG (Kg/d)	NUL (mg/dL)
Heno <i>Calliandra calothyrsus</i> 100%	3.6 ^c	3.7 ^b
Heno <i>Vigna unguiculata</i> 100%	5.3 ^a	6.3 ^a
Heno de <i>V. unguiculata</i> /C. <i>calothyrsus</i> 67/33%	4.4 ^b	3.1 ^b
Heno de <i>C. calothyrsus</i> / <i>V. unguiculata</i> 67/33%	4.7 ^b	4.5 ^a

produce 4.4 kg de leche/d. Los costos de establecimiento fueron: *H. ruffa*, 110 US\$/ha; *Calliandra*, 360 US\$/ha y *Vigna*, 270 US\$/ha. Con la mezcla *Calliandra/Vigna* 67/33% se aumentó la fertilidad + 16.2%, la producción de leche +12.7% y la mortalidad sólo + 0.1%. Lo anterior permite inferir la posibilidad de implementar la utilización de esta mezcla en los sistemas de producción de los pequeños productores del trópico seco de Colombia para mejorar en gran medida a estos criterios productivos a bajo costo, y conservar forraje en forma de heno para la época seca. Es interesante plantear en este contexto de suelos ácidos y altos costos de producción, la opción de utilizar en reemplazo de grandes extensiones de *Vigna unguiculata*, como una leguminosa de vida corta (1 año) versus *Calliandra calothyrsus* (12 años), una hectárea de la

relación de *C. calothyrsus/V. unguiculata* 67/33% con unos costos de establecimiento promedio de 330.3 US\$/ha y con producciones de leche por encima de lo que produciría una pastura nativa en la época seca de 2 kg/d empleando como sistema de conservación el heno de estas leguminosas.

Se deja en evidencia la alternativa de utilizar cualquiera de las dos mezclas evaluadas en el sistema para obtener alrededor de 4.4 a 4.7 kg/d de leche en suelos ácidos. Para esto sería más útil implementar en una hectárea la proporción de *Calliandra* 67% henificada, ya que esta leguminosa arbustiva puede tenerse hasta por 12 años, tolera y crece bien en suelos ácidos sin mayores exigencias nutricionales a diferencia de *Vigna*, que sólo dura un año y requiere más inversión económica.

Conclusiones

Las vacas consumieron mayor cantidad de henos de la leguminosa sin taninos y sus mezclas que de aquella alta en taninos. La estrategia de mezclar leguminosas con y sin taninos en diferentes proporciones para suplementar vacas a pastoreo condujo a algún sacrificio en produc-

ción de leche comparado con el suplemento de leguminosa sin taninos solo, el cual promovió la mayor producción (aproximadamente cinco litros diarios). Los valores NUL observados indican que *Vigna* aportó proteína más degradable en el rumen que los otros suplementos.

Literatura Citada

- Abreu, A., J. E. Carulla, M. Kreuzer, C. E. Lascano, E. Díaz, A. Cano y H. D. Hess. 2003. Efecto del fruto, del pericarpio y del extracto semipurificado de saponinas de *Sapindus saponaria* sobre la fermentación ruminal y la metanogénesis *in vitro* en un sistema Rusitec. Rev. Colombiana Cienc. Pec. 16: 147-154.
- Ávila, P y C. E. Lascano. 2001. Definición de las concentraciones de NUL para recomendaciones óptimas de la relación proteína: energía en dietas a base de forrajes tropicales. En: Sistemas de alimentación con leguminosas para intensificar fincas lecheras. Consorcio Tropileche. p. 28-29.
- Devendra, C., 1995. Composition and nutritive value of browse legumes. In tropical animal nutrition. D'Mello, J. and C. Devendra, (Eds). CAB International, UK, p 49-66
- Domínguez, M. G., and A. Escobar. 1997. Rumen manipulation for the improved utilization of tropical forages. Anim. Feed Sci. Tech. 69:91-102.

- González, S. B. 1998. Efecto de tres fuentes de taninos en la fermentación ruminal *in vitro* de torta de soya y de rye grass (*Lolium spp.*). Tesis para optar al título de química. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Departamento de Química. Bogotá. 108 p.
- Hammond, A. 1992. Use of blood urea nitrogen concentration to guide protein supplementation in cattle. In: 3rd Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium. University of Florida, Gainesville 9-18p.
- Hess, H. D., L. M. Monsalve, C. E. Lascano, J. E. Carulla, T. E. Díaz and M. Kreuzer. 2003. Supplementation of a tropical *unguiculata* grass diet with forage legumes and *Sapindus saponaria* fruits: effects on *in vitro* ruminal nitrogen turnover and methanogenesis. Aust. J. Agric. Res. 54: 703-713.
- Holmann, F. and T. T. Tiemann. 2007. (Unpublished data). Costs and benefits of supplementing milking cows with legumes during the dry season in the hillsides of Nicaragua. 11 p.
- Laredo, M. 1985. Tabla del contenido nutricional en pastos y forrajes de Colombia. Ica-coloanta.
- Lascano, C. and E. Palacios. 1993. Intake and digestibility by sheep fed mature grass alone and in combination with two tropical legumes. Trop. Agric. (Trinidad), 70: 365-358.
- Lascano, C., 1996. Oportunidades y retos en la utilización de leguminosas arbustivas como forraje suplementario en sistemas de doble propósito. En: T. Clavero (Ed). Leguminosa forrajeras arbóreas en la producción tropical. Maracaibo, Ven., Centro de Transferencia de Tecnología en Pastos y Forrajes de la Universidad de Zulia. p. 29-40.
- Makkar, H. P. S., K. Becker, H. K. Abel, and C. Szegleti. 1995. Degradation of condense tannins by rumen microbes exposed to quebracho tannins (Qt) in rumen simulation technique (rusitec) and effects of (Qt) on fermentation processes in the Rusitec. J. Sci. Food Agric. 69, 495-500.
- Maldonado, G. y J. E. Velásquez. 1994. Determinación de la capacidad de carga y la ganancia de peso de bovinos en pastoreo de gramíneas nativas en el piedemonte amazónica de Colombia.
- Minson, D. J. 1990. Forage in ruminant nutrition. Academic Press. Inc. London. UK.
- Monsalve, L. M. 2003. Suplementación de una gramínea tropical con leguminosas y *Sapindus saponaria*: efectos sobre la fermentación ruminal y la metanogénesis *in vitro*. Trabajo de Grado de Zootecnista. Universidad de Santa Rosa de Cabal. Pereira 86 p.
- Paterson, R. T., I. W. Kariukie y R. L. Roothaert. 1997. *Calliandra* para ganadería vacuna en Kenya. Centro de Investigación Regional de Kari en Embu. 3 p
- SAS. 2003. SAS/STAT Software. Release 9.1 (SAS Institute Inc., Cary, NC).
- Tilley, J. M. and R. Terry. 1963. A two stage technique for *in vitro* digestion of forage crops. J. Br. Grassld. Soc. 18:104-111.
- Valencia, F. L. 2003. Efecto de la mezcla de leguminosas tropicales en relación con la presencia de taninos y emisiones de metano en un sistema *in vitro* (RUSITEC). Tesis de Maestría en Ciencias Agrarias. Universidad Nacional de Colombia. Sede Palmira. 83 p.